

Геотермальная энергетика. Развитие и перспективы. Стремилова ЕЕ

студентка бакалавриата МГУ имени М.В. Ломоносова,
научный руководитель – Хуторской М.Д., д-р геол-мин. наук,
профессор РАН (г. Москва)

Цели и задачи

Рассмотрение применения теоретических и прикладных аспектов геотермии на основе двух районов Балтийского щита и Камчатского края.



4 ИЮЛЯ 1904 ГОД – ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В июле 2024 года геотермальная общественность будет широко отмечать 120 летие геотермальной энергетики.

4 июля 1904 года в Лардерелло (местечко в провинции Тоскана, Италия) **Пьеро Джинори Конти** провел первый в мире эксперимент по производству электроэнергии из геотермального пара.

А через девять лет, в 1913 году в Лардерелло была пущена в промышленную эксплуатацию

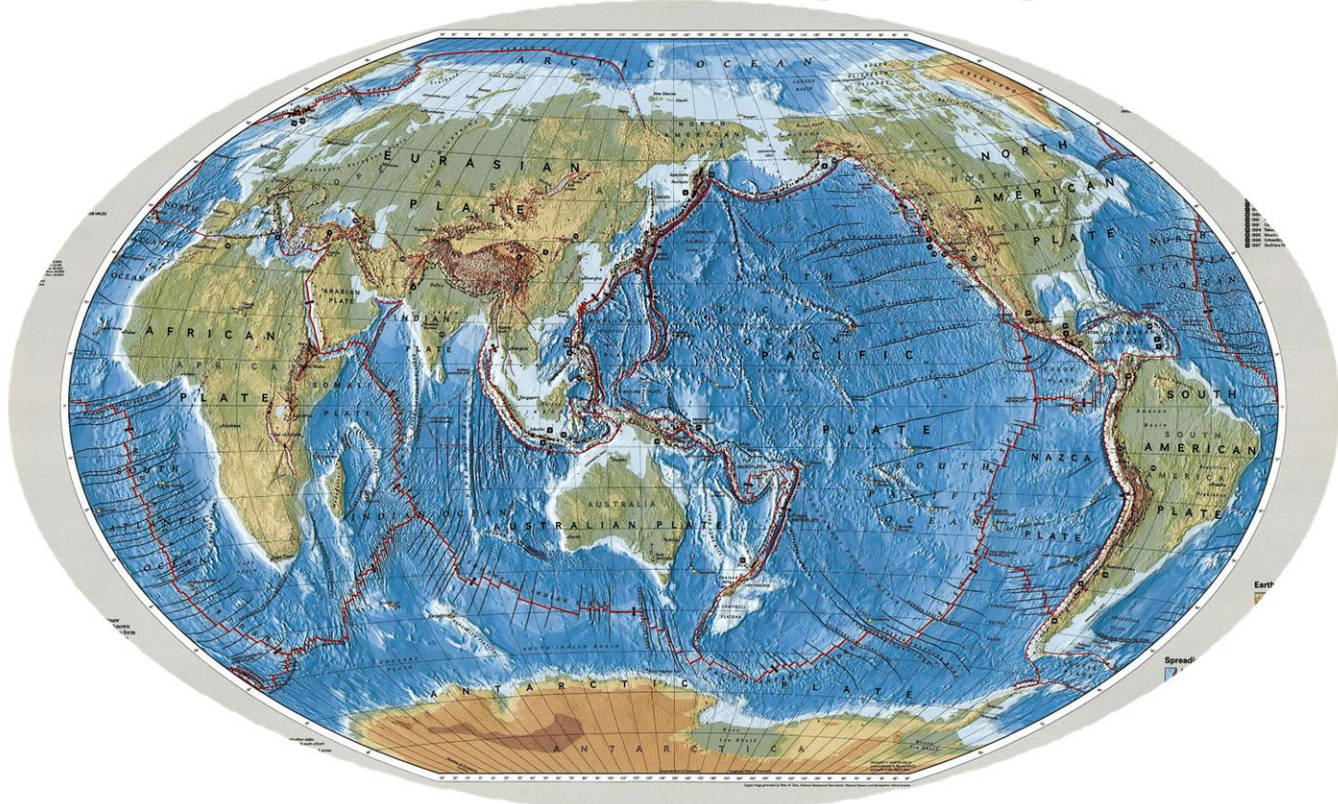
первая геотермальная электрическая станция мощностью 250 кВт, действующая до сих пор.

Мощный импульс для развития теоретических и прикладных аспектов геотермии был дан в 60-е годы XX века, одновременно с развитием новых геодинамических концепций: тектоники литосферных плит, континентального и океанского рифтогенеза и конвергенции плит в переходных зонах от океана к континенту.

Одним из перспективных методов исследования глубинного строения земной коры Балтийского щита и оценки его энергетики является изучение термического режима недр с целью определения глубинных температур, в том числе, палеотемператур, построение двух- и трехмерных моделей глубинных геотермических параметров, определение глубинных уровней метаморфизма пород в геологическом прошлом.



Тектоническая карта мира



МИРОВОЙ ОПЫТ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Опыт использования в экономике геотермальной энергии охватывает > 60 стран.

Всего в мире работают 613 геотермальных энергоблоков, на 2020 год в России установленная мощность станций равна 74 МВт, а в США – самым большим производителем геотермальной энергии – мощность станций равна 3722 МВт.



ЛИДЕРЫ В ОБЛАСТИ ГЕОТЕРМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

США

В 2021 году – 3722 МВт геотермальной энергии произведено в США Гейзеры в Калифорнии, в США – крупнейшая геотермальная электростанция на территории в 78 квадратных километров находится 350 работающих скважин, обслуживанием которых занимаются ГеоТЭС совокупной мощностью 1517 МВт.

Исландия

- 89% домов отапливается в Исландии с помощью геотермальной энергии
- 54% первичная энергия, поступающая из геотермальных источников

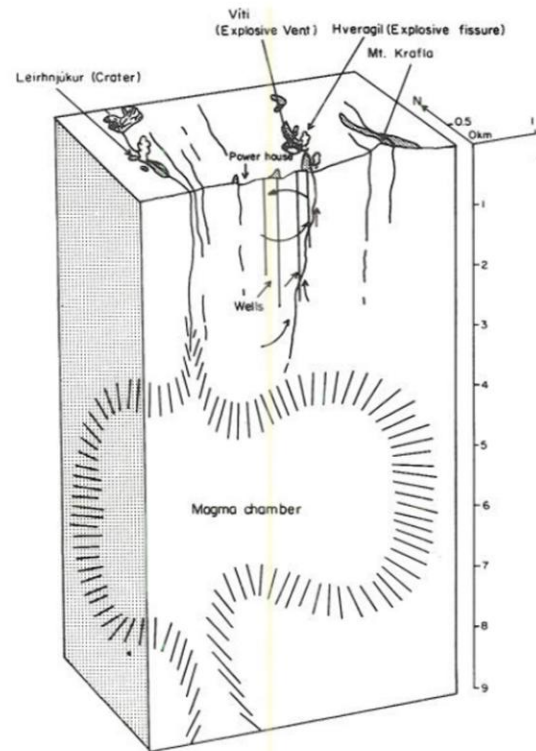
Электростанции Сварценг и Несявеллир производят как электричество, так и горячую воду для отопления домов. Переход от отопления на основе газа и нефти к геотермальному отоплению сэкономил Исландии примерно 8,2 млрд \$ с 2010 по 2020 год и снизил выбросы двуокси углерода на 37%



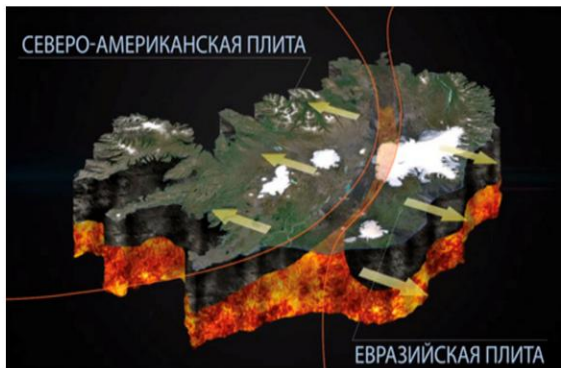
06 ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА. ИСЛАНДИЯ

В 2006 году было начато бурение скважины IDDP-1 в вулканической зоне Крабла. По оценкам, сверхкритических условий здесь можно было достичь на глубине 4 км. Однако, в 2009 году, уже на глубине 2,1 км скважина достигла риолитовой магмы с температурой 900 °С.

IDDP-2 стала первой в мире скважиной (зона Рейкьянес), достигшей гидротермального резервуара со сверхкритическими условиями. Температура на дне скважины достигала 426 °С, давление — 34 Мпа (глубина 4659 м)



Геологическая модель геотермального месторождения возле вулкана Крабла



Спрединг Северо-Американской и Евразийской плит

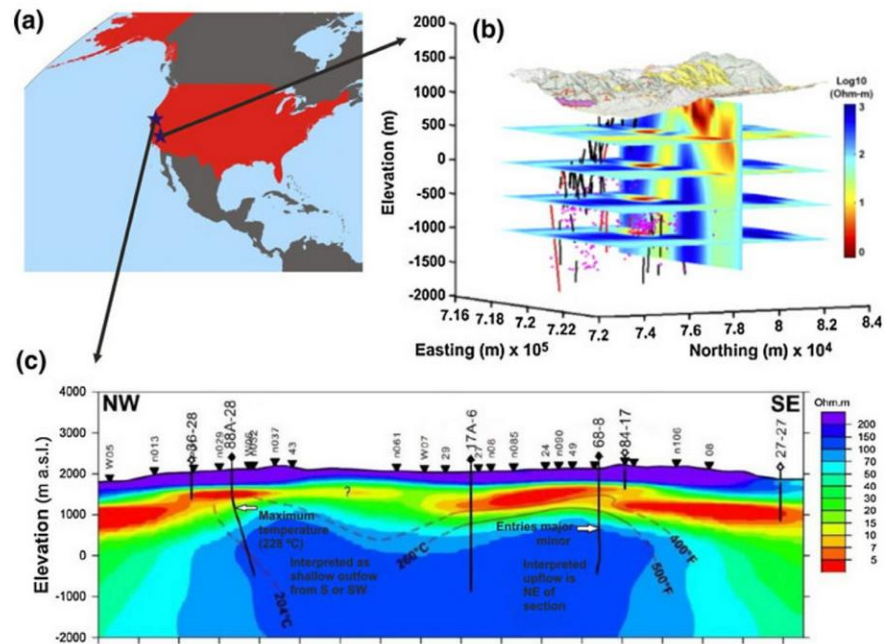
Движение плит, которое создало хребет, даёт возможность для поднятия магмы из недр Земли – исландский плюм.
Движение литосферных плит является главной причиной возникновения гейзеров, вулканической деятельности, горячих источников – геотермальных.

07 ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА. США

Трехмерная модель удельного электрического сопротивления геотермального поля Косо, полученная путем 3D-инверсии данных МТ (по Newman et al., 2008).

Поперечное сечение 3D - модели, полученной в результате инверсии Z_{xy} - компонента данных МТ, скорректированных с использованием электромагнитных измерений в геотермальной зоне Гласс-Маунтин.

В обоих случаях аномалия низкого удельного сопротивления, связанная с изменением минералогии глинистой покрывки, четко прослеживается в высокотемпературном резервуаре с более высоким удельным сопротивлением.

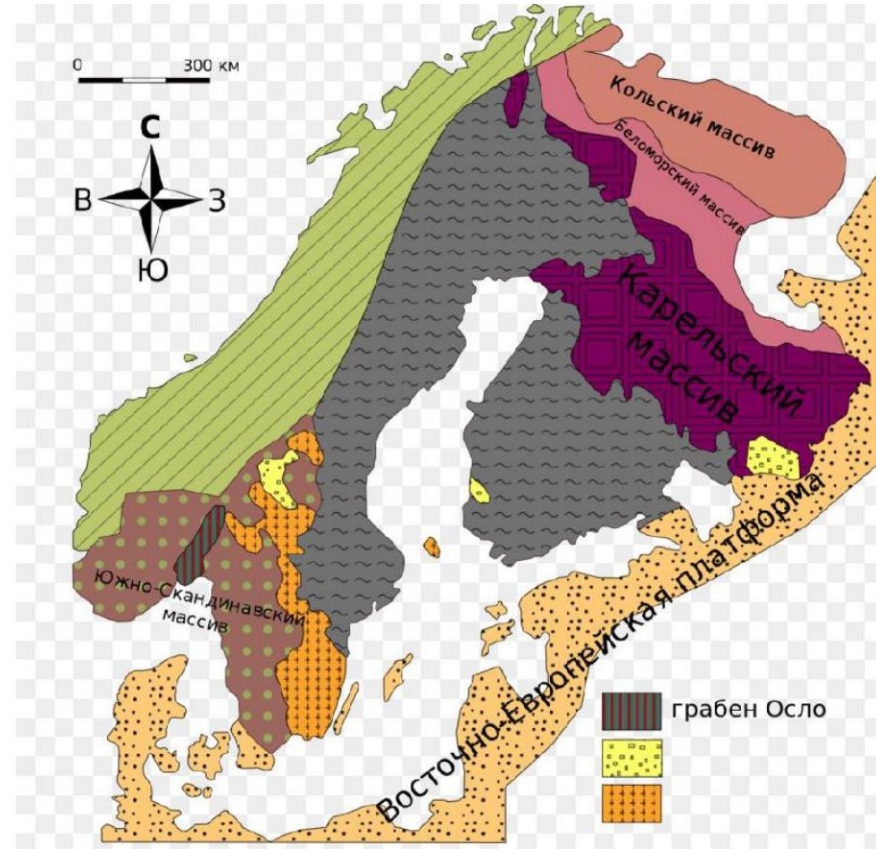


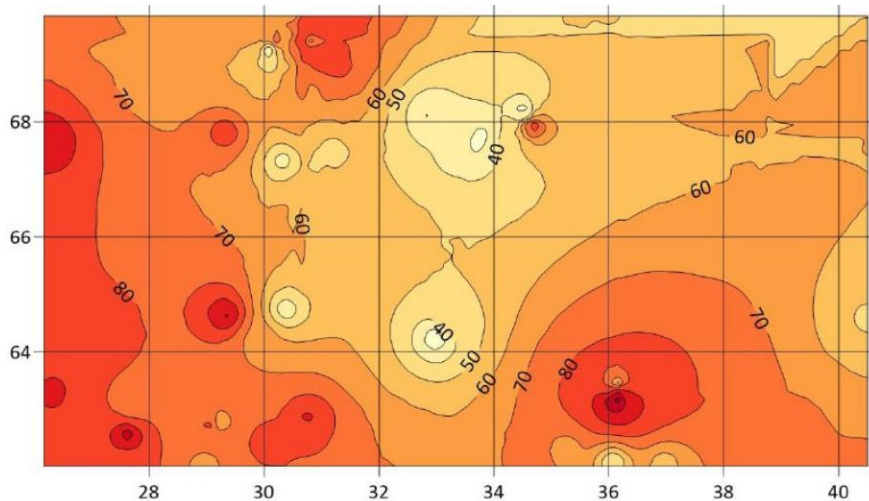
Карта расположения геотермальных полей Косо и Гласс-Маунтин

08

Геотермические исследования Балтийского щита

Регион Балтийского щита оставался тектонически стабильным на протяжении различных орогенных периодов, включая каледонский, герцинский и альпийский, хотя по его краям возвышались горные системы. Значительные геологические процессы, такие как поднятие и эрозия, формировали нынешний ландшафт щита на протяжении миллионов лет, причем последние крупные поднятия произошли в палеогеновый и неогеновый периоды, затронув Скандинавские горы и Южно-Шведский купол. Балтийский щит разделен на несколько основных частей: Южно-Скандинавский, Центральный, Кольско-Карельский. В каждой из частей находятся различные типы горных пород, включая граниты, зеленые гнейсы и др.





Анализируя закономерности распределения теплового потока в связи с тектономагматической деятельностью этого блока земной коры, можно констатировать, что здесь проявляется четкая связь величины потока и возраста последней стадии тектономагматической активизации, т.е. области, подвергшиеся в фанерозое влиянию глубинных геодинамических процессов, характеризуются более высоким по сравнению с региональным фоном тепловым потоком.

Геотермальные исследования Камчатского края

В России эксплуатируются 4 геотермальные электростанции
Общая мощностью 81,4 МВт
(Данные 2020 года)

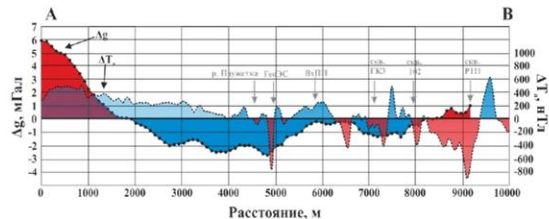
Отрасль российской электроэнергетики, обеспечивающая энергоснабжение с использованием геотермальной энергии продолжает активно развиваться.



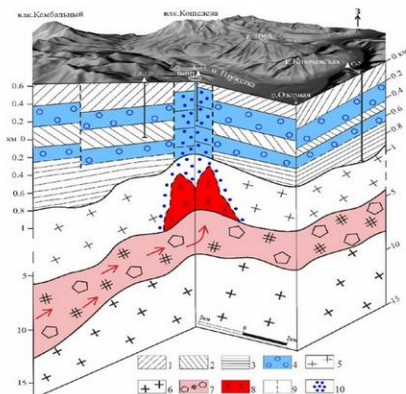
ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА. КАМЧАТКА



- Геологические объекты:
1. Мутновская сопка
 2. Вулкан Кошелев
 3. Вулкан Камбальный
 4. Вулкан Менделеева



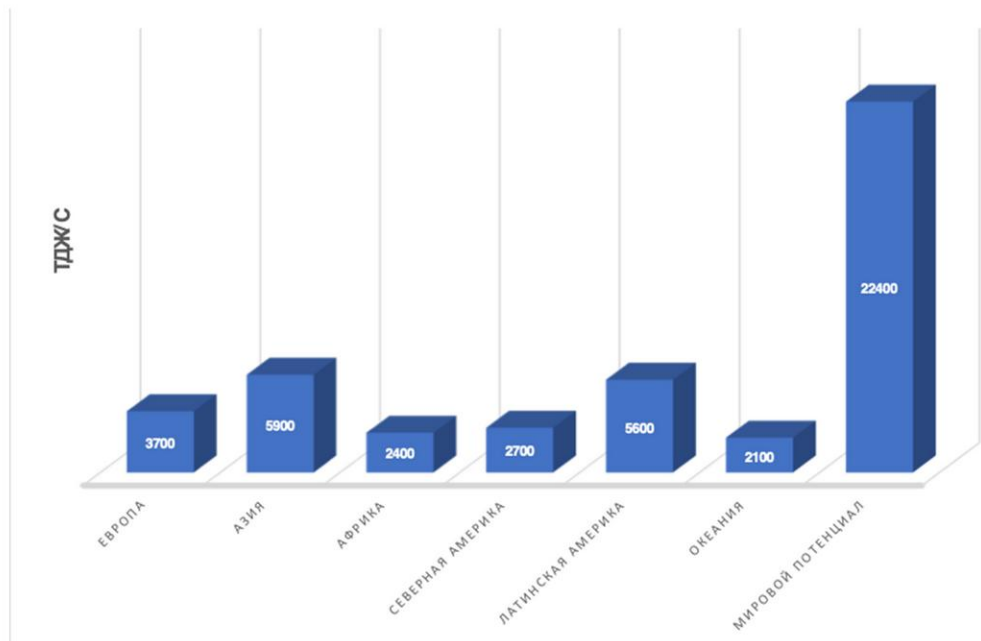
Графики распределения значений аномального магнитного поля (ΔT) и гравитационного поля в редукции Буге (Δg) с учетом рельефа местности



Модель строения района Паужетской гидротермальной системы

На Паужетском геотермальном месторождении выполнены комплексные геофизические исследования методами электроразведки, магниторазведки, гравиразведки, микросейсмического зондирования, терморазведки. Проведены площадные и профильные работы современным аппаратным комплексом с соблюдением стандартных методик

Геотермальный потенциал



Ведущие геотермальные страны и их производство электроэнергии на установленных мощностях

(По состоянию на декабрь 2021 года)



Выводы

Геотермальная энергетика, отмечающая 120-летие со дня основания первой электростанции в Италии, продемонстрировала значительные достижения и перспективы для будущего. Исследования и практическое применение в разных уголках мира, от Исландии до США и России, подтверждают её потенциал как экологически чистого и эффективного источника энергии. Внедрение геотермальных технологий, подкреплённое глубокими геодинамическими исследованиями и инновациями, открывает новые возможности для устойчивого развития и обеспечения энергетических потребностей человечества, делая геотермию ключевым элементом в пути к более зелёному и возобновляемому энергетическому будущему.

**Спасибо за
внимание**